

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Studij: preddiplomski studij biologije

**PREDDIPLOMSKI ZAVRŠNI SEMINARSKI RAD**

**Morska cvjetnica *Posidonia oceanica***

Duje Parčina

Mentor: doc. Petar Kružić

Zagreb, rujan 2011

## Uvod



Vrsta *Posidonia oceanica* je endem Sredozemnog mora. Jedino u Australiji žive još dvije vrste ovog roda, *P. australis* i *P. ostenfeldii*.

Ime roda "Posidonia" dano je prema grčkom bogu mora a ime vrste "oceanica" dao je Linnaeus jer je pogrešno mislio da ova biljka živi u Atlantskom oceanu. U Hrvatskoj se vrsta naziva različitim imenima: voga, posidonija, lažina, perušina, porost.

Supstrat kojeg naseljava *Posidonia oceanica* je najčešće krupni pijesak (pliće) te zamuljeni pijesak (na dubljim površinama morskog dna), a rijetko naseljava i stjenovita dna. Razvija guste, prostrane livade koje se protežu gotovo od površine do 40 m dubine. Donji rub livade je zabilježen u Sredozemnom moru na 45 m dubine (uz obale Malte), a u Jadranskom moru između 30-40 m.

Gotovo 30 % morskog dna u Sredozemnom moru do 50 m dubine prekrivaju livade *P. oceanice* koje u ovom moru predstavljaju područja najveće biološke raznolikosti. Oko 70 % biljnih i životinjskih vrsta u moru živi između 0-50 m dubine što se podudara sa područjima rasta ove cvjetnice.

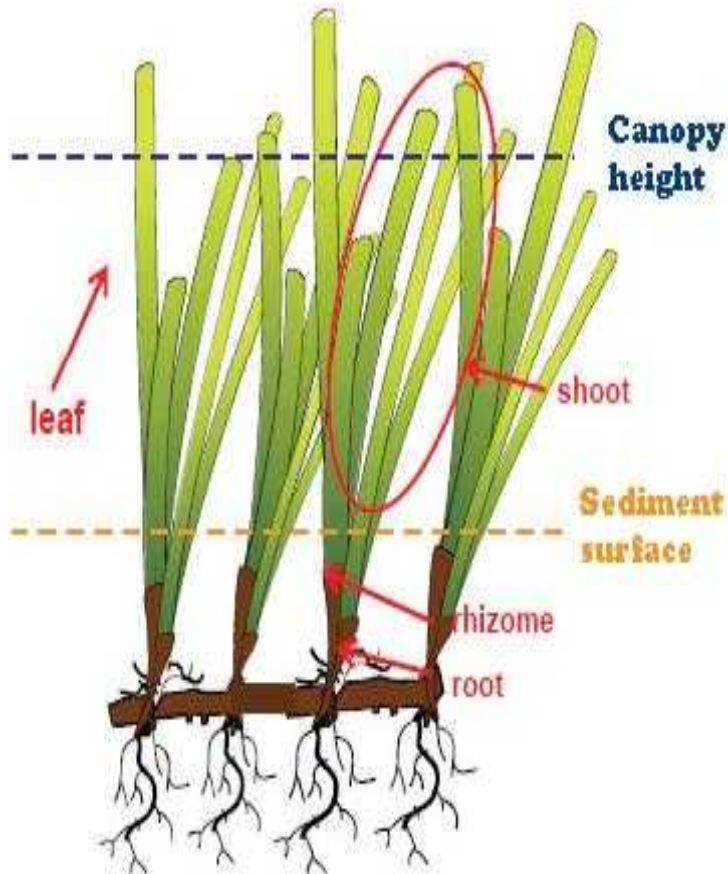
U livadama *P. oceanice* do danas je određeno oko 400-500 svojti algi, preko 1000 svojti životinja te oko 70 vrsta riba.

Livade *P. oceanice* su trajna ili privremena staništa mnogih životinjskih vrsta koje tamo pronalaze zaklon, hranu i područje za razmnožavanje. Mnoge od tih životinja imaju veliku gospodarsku važnost.

U najnovije vrijeme različiti antropogeni čimbenici su ugrozili livade morske cvjetnice u Jadranu zbog čega one postupno nestaje. Činjenica da se livade *P. oceanice* zbog sporog rasta i razmnožavanja smatraju gotovo neobnovljivim staništem, još više ukazuju na njihov značaj u ekosustavu mora.

## GRAĐA

Morska cvjetnica *Posidonia oceanica* grđena je od listova, stabljike – podanka (rizoma) i korijena. Rizom je puzajući, koji jednim dijelom može biti uspravan, tamno smeđe je boje i debljine oko 1 cm.



Slika 1. građa morske cvjetnice *P. oceanica*

Vrh rizoma raste jako sporo (oko 1 cm godišnje), pa ga čestice koje padaju na morsko dno neprestano zatrpavaju.

Sedimentom zatrpuni rizomi mogu imati i dužinu od nekoliko metara, te je takva biljka stara nekoliko stotina, ili čak više od tisuću godina.

Rizomi se za podlogu pričvršćuju korijenom koji je 15 cm dug i bogato razgranat.

Iz rizoma uspravno raste čuperak od 8-9 listova koji su različite dužine i starosti.

Najmlađi listovi su smješteni u sredini čuperka, a kako se ide prema periferiji čuperka tako listovi ide sve stariji i stariji.

Listovi (srednji i mladih) se sastoje od baze lista i plojke

koja je tamnozeleno boje, a u starijih listova ona je smeđa. Širina plojke se kreće od nekoliko mm do 12 mm, a dužina od nekoliko mm (najmlađi listovi) do preko 1 m (stari listovi). Najduži listovi (1,6 m) zabilježeni su u Italiji. Listovi imaju 13 – 17 usporednih žila, a vrh im je cjelovit.

Vrsta *P. oceanica* je monoecična biljka. Dvospolni cvjetovi su skupljeni u cvatove (klasove) koji su smješteni u pazušcima brakteja (pricvjetni listovi). Svaki list živi oko godinu dana. Kada listovi uginu otpadne samo plojka, što se događa svake jeseni. Tada listovi u ogromnoj masi plutaju na površini, lebde u vodenom stupcu ili leže na morskom dnu.

Morske struje i valovi često otpale listove izbace na obalu, te na njoj zajedno s otkinutim algama i drugim plutajućim materijalom oblikuju naslage zvane pod imenom lažina. Ovaj akumulirani materijal na obali sastavljen je uglavnom od listova posidonije, a može biti jako širok i do 1-2 metra visok. Prostire se uzduž cijele obale Mediterana. Mali dio plutajućeg materijala ne dopiye do obale, već se akumulira na površinama dubokih dna.



Slika 2. izbačeni listovi *P. oceanice* na obali formiraju lažinu

Mogu se razlikovati 3 faze rasta morske cvjetnice *P. oceanica*. Nakon razdoblja mirovanja (od lipnja do siječnja) nastupa razdoblje brzog rasta (dio zime i veći dio proljeća). Na kraju svibnja brzina rasta se počinje znatno smanjivati, te potpuno prestaje (u lipnju)

## ŽIVOTNI CIKLUS MORSE CVJETNICE POSIDONIA OCEANICA

Cvjetanje se morske cvjetnice *P. oceanica* događa rijetko i u nepravilnim intervalima od nekoliko godina. Cvjetove nalazimo od kolovoza do rujna, dok se plodovi primjećuju od ožujka do lipnja.



Slika 3. *P. oceanica* s cvjetovima



Slika 4. *P. oceanica* s plodovima

Morska cvjetnica *P. oceanica* razvija cvat koji se sastoji od muških i ženskih cvjetova. Polenova zrnca se s prašnika muških svjetova prenose na tučak ženskih pomoću morskih struja. Nakon oplodnje razvija se plod – oraščić, nalik maslini. U početku je plod zelene boje, a kasnije je smeđi. Građen je od usplođa (omotača) i u sredini

smještene sjemenke. Kad se otkine od stapke, plod pluta površinom mora nošen morskim strujama. Zračne šupljine u perikarpu omogućuju plodu da slobodno pluta. Nakon nekoliko dana plutanja, perikarp se raspukne, a iz njega ispadne sjemenka koja tone na morsko dno i počinje klijati u novu biljku. U prosjeku naraste jedna nova biljka po hektaru godišnje.

## RASPROSTRANJENOST MORSKE CVJETNICE POSIDONIA OCEANICA

Ova biljka raste u Sredozemnom moru. U Jadranu oblikuje livade koje se protežu gotovo od površine pa do 35 – 40 m dubine. Naseljava pomična dna istočnog dijela Jadrana koja su razvijena na srednjoj infralitoralnoj bionomskoj stepenici.

Povoljna podloga za vrstu *P. oceanica* je muljeviti pijesak s određenom količinom organske tvari. Raste uglavnom na pjeskovitom dnu, a blizu donje granice rasprostranjenosti (30 – 40 m u otvorenom Jadranu i 15 m u priobalnom Jadranu) uz pijesak pojavljuje se i muljeviti sediment. Posidoniji odgovaraju klimatski uvjeti na infralitoralnoj bionomskoj stepenici Sredozemnog mora i velikog dijela Jadrana gdje postoje povoljne amplitude temperature i saliniteta, te povoljna hidrodinamika koja osigurava izmjenu i čistoću voda. Temperatura na kojoj se razvija *P. oceanica* kreću se od 9 – 29 °C, a salinitet od 33 – 40 ‰ (optimalno 35 – 39 ‰).

Livade morske cvjetnice najbolje su razvijene u srednjem i južnom Jadranu, a nešto slabije u sjevernom (osobito uz zapadnu obalu Istre) gdje se na mnogim mjestima povukla zbog onečišćenja. Uz obalu srednjeg i južnog Jadrana, te uz obale mnogih otoka i poluotoka Pelješca postoji bujno razvijena biocenoza livada posidonije već u sasvim plitkom moru (1 – 2 m dubine). Međutim, u mnogim uvalama srednjeg i južnog Jadrana prije početka rasprostrinjanja morske cvjetnice *P. oceanice* (dubina 5 – 6 m) razvijene su prilično guste livade morske cvjetnice *Cymodocea nodosa*. Tome su uzrok ekološki čimbenici koji su nepovoljni za razvoj posidonije ali su povoljni za razvoj *Cymodoceje*. Idući prema sjevernom Jadranu, rasprostranjenost livada posidonije opada a sve više prevladava biocenoza livada *Cymodocea nodosa*.



## EVOLUCIJSKI RAZVOJ I EKOLOGIJA MORSKE CVJETNICE *POSIDONIA OCEANICA*

Razvoj *P. oceanica* na pijeskom prekrivenim stjenovitim dnima ide određenim tijekom. Na osvjetljenom stjenovitom dnu razvija se najprije biocenoza fotofilnih algi, a na njenim zasjenjenim dijelovima i dubljim područjima razvijaju se elementi koralinske biocenoze. Tijekom dužeg razdoblja stjenovito dno prekriva pjeskoviti sediment. Dok je sloj sedimenta tanak i slabo obogaćen organskim tvarima, na njega se naseljava morska cvjetnica *Cymodocea nodosa* koja može podnijeti i poprilično oštećenu vodu.



Slika 5. Formiranje livade morske cvjetnice *C. nodosa*



Slika 6. Formirana livada morske cvjetnice *P. oceanica*

Taloženjem pjeskovitog sedimenta površina morskog dna na kojem obitava biocenoza fotofilnih algi se smanjuje, a širi se zajednica morske cvjetnice *C. nodosa* koja stabilizira morsko dno i obogaćujući ga organskim tvarima. U povoljnim klimatskim prilikama morska cvjetnica *Posidonia oceanica* počinje stvarati

kružne formacije u livadi *cymodoceje*. Sa stalnom bočnom ekspanzijom i prostranim rizomima *posidonia* ubrzo iskorijeni *cymodoceju* koja je zapravo u periodu svog postojanja pripremila povoljnu podlogu za *posidoniju*. Nakon što je livada morske cvjetnice oblikovana, ona na tom mjestu živi prilično dugo vremena. Struje nanose pijesak koji se taloži između rizoma zbog čega oni reagiraju okomitim rastom. Okomiti rast rizoma je jako spor (oko 1 cm godišnje), ali je stalan,

te osigurava kontinuirano opstojanje ove cvjetnice na morskom dnu određenog područja. Morska cvjetnica *Posidonia oceanica* obično oblikuje guste homogene livade na dubinama između 10 i 30 metara. Međutim, u blizini luka i ušća rijeka te livade su oštećene jer je vrsta vrlo osjetljiva na zagađenja i promjene saliniteta. Na dubinama između 1 i 10 metara otvoreni prostori u livadama *posidonije* uglavnom su posljedica erozije. Pod utjecajem morskih

struja kameni obluci se neprestano kotrljaju uništavajući livadu posidonije. Kada gornji rub livade posidonije dosegne dubinu manju od 1 metar, livada postiže svoj konačni stupanj razvoja, te može ostati takva godinama bez ikakvih promjena.

U otvorenim područjima, gdje je livada morske cvjetnice izložena jakom djelovanju valova, livada postupno nestaje. Djelovanjem valova listovi se otkidaju, a sediment se odnosi, te na manjim dubinama posidoniju zamjenjuje morska cvjetnica *Cymodocea nodosa*. Na zaklonjenim krajevima vrhovi listova dosežu površinu vode. Livada funkcionira kao sito za materijal kojeg voda donosi sa obale. Pri tome se grubi (krupniji) materijal akumulira na početku, dok se materijal finijih čestica taloži dublje, odnosno na izvjesnoj udaljenosti od gornjeg ruba livade. Livade morske cvjetnice također stvaraju zaštitu od valova uzrokujući mirne uvjete prema obali te na taj način sprječavajući eroziju obale. U obalnom području gdje je loša cirkulacija livada posidonije propada zbog neznatne promjene temperature i saliniteta, dok nedostatak kisika uzrokuje povećanje proizvodnje muljevitih čestica. Ovakvi promijenjeni ekološki uvjeti, koji mogu nastati u lagunama, uzrokuju da se stenobiotička vrsta *Posidonia oceanica* zamijeni više tolerantnom vrstom *Cymodocea nodosa*. povlačenje livade posidonije očituje se pomicanjem gornjeg ruba livade prema većoj dubini.

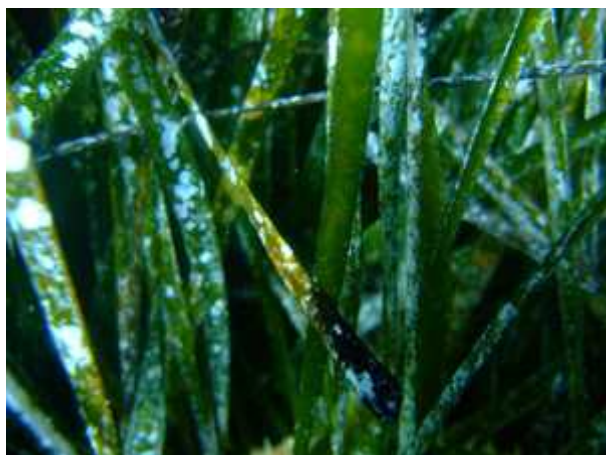
Morska cvjetnica *P. oceanica* je stenobiotička i euhalina vrsta. Smanjenje saliniteta kao izravan odgovor uzrokuje smanjenje brzine fotosinteze.

Posidonija je jako osjetljiva na promjene temperature. optimalna temperatura za razvoj i opstanak posidonije iznosi između 17 – 20 °C. Uglavnom se ne nastanjuje u vodama gdje je temperatura ispod 9 °C. U vodama gdje je ljetna površinska temperatura iznad 20 – 22 °C listovi imaju visoku razinu smrtnosti.



## BIOCENOZA LIVADE MORSKE CVJETNICE *POSIDONIA OCEANICA*

U livadama posidonije razvijene su dvije životne zajednice (biocenoze) u kojima vladaju različiti ekološki čimbenici. Gornja je osvijetljena i razvijena na lišću, te čini biocenozu livade posidonije u užem smislu. Donja je više ili manje zasjenjena i razvijena je na rizomima (stabljima) te sadrži elemente koralinske biocenoze. U livadama posidonije možemo također razlikovati tri mikrostaništa na kojima su razvijene specifične zajednice životinja i algi, a to su staništa listova, rizoma i sedimenta. Listovi traju jednu godinu pa sesilni organizmi koji ih naseljavaju moraju obaviti cijeli ciklus prije nego što listovi otpadnu. U sesilne organizme koji naseljavaju listove posidonije spadaju mnoge svojte algi, te mnoge životinje među kojima su najčešće neke vrste mahovnjaka (*Electra posidoniae*, *Lichenophora radiata*), hidroida (*Sertularia perpusilla*), sedentarnih poliheta (svojte roda *Spirorbis*), sitnih vapnenastih spužava (svojte roda *Leucosolenia*), Foraminifera, Flagellata, Ciliyata, Anellida (*Polyopthalmus pictus*), Nematoda, Rotifera, Amfipoda, Copepoda te ličinke nekih vrsta roda *Chironomus*.



Slika 7. Epifiti na listovima *P. oceanica*

Među vagilnim životinjama koje naseljavaju listove posidonije najčešće su neke vrste školjkaša (*Propeamussium hyalinum*), puževa (*Glossodoris gracilis*, *Phasinella speciosa*, *Bittium reticulatum*, *Riosa variabilis*), zvjezdača (*Asterina pauceria*), žarnjaka (*Elentheria dichotoma*), izopoda (*Idotea hectica*), Copepoda, Amfipoda, Pagurida (*Catapaguroides timidus*, *Anapagurus breviaculeatus*). Nektonske vrste koje se povremeno naseljavaju na listovima morske cvjetnice su rakovi, ponajviše Ostracodi, Copepodi, amfizidi, mizidi, a od dekapoda više vrsta kozica kao *Hippolyte longirstris*, *Sicyonia carinata*, *Palaemon xiphias* itd.

Vrste koje se povremeno pričvršćuju na listove posidonije pomoću prijanjaljki si hetognata *Spadella cephaloptera*, neke meduze kao *Olindias phosphorica*, glavonožac *Sepiola rodenti* i riba *Lepadogaster microcephalus*. među ribama su

česti morski konjici *Hippocampus breviostriis* i *H. guttulatus*, te morska šila poput *Nerophis maculatus* i *N. ohidion*.



Slika 8. *H. guttulatus* među listovima posidonije

Rizomi su dugoživi dijelovi posidonije na koje se naseljavaju višegodišnji organizmi među kojima su od životinja neke spužve (*Sycon raphanus*, svoje roda *Axinella*), žarnjaci (*Parazoanthus axinellae*) i alge. Među algama prevladavaju svoje koje mogu uspijevati u uvjetima smanjene količine svjetla zbog toga što su rizomi zaklonjeni gustim slojem listova posidonije te do njih dopire dosta reducirano svjetlo.

Na sedimentu i u njemu žive brojni organizmi poput zakopanih mnogočetinaša kao što je vrsta *Sabella spallanzanii* ili na sedimentu ležećih detritivornih trpova poput *Holothuria tubulosa*.



Slika 9. Periska (*Pinna nobilis*) u livadi morske cvjetnice *P. oceanica*

Neke krupnije bentoske vrste svojim su načinom života vezane uz livadu posidonije kao ekološku cjelinu. Tu polažu svoja jaja mnoge ribe, glavonošci i druge životinje jer su u livadama mladi zaštićeni od grabežljivaca i lako pronalaze hranu. Najveći školjkaš Jadranskog mora, zakonom zaštićena periska *Pinna nobilis*, često naseljava nešto proriječene predjele livada posidonije.

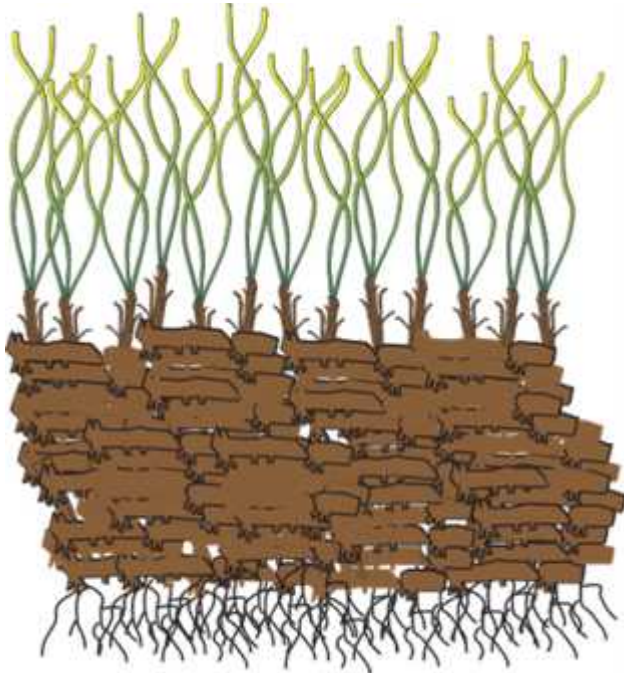
Strujanje pridonosi vodu osigurava periskom dovoljnu količinu hrane budući da je područje bogato mikorfaunom, planktonom i detritusom. U zajednici s periskom živi dekapodni rak *Pinnoteras* sp., periskin čuvar. Na periski žive mnogi epibionti.

Najpokretniji organizmi livada morske cvjetnice su ribe. Tu žive mnoge ekonomski važne vrste koje u livadama pronalaze hranu, zaklon ili mjesto za razmnožavanje. U srednjem Jadranu, u okolici Splita, to su vrste iz porodice Labridae, Serrenidae, Sparidae, Gobidae i Scorpanidae.

Osim ostalih članova, biocenoza livade posidonije ima i takvih vrsta koje tu povremeno žive, što je većinom vezano s izmjenom dnevno-noćnog ritma. To su mnoge scijafilne vrste, osobito različiti bodljikaši koji se zaklanjaju danju u donji zasjenjeni sloj oko rizoma (*Spaerechinus granularis*, *Psammechinus microtuberculatus*, *Antedon mediteranea*, *Astropecten spinolosus*, *Holothuria impatiens*, *H. polii*), te mnogi dekapodni rakovi (*Alpheus dentipes*, *A. macrocheles*), itd. Ježinac *Paracentrotus lividus* je noću aktivan i hrani se epifitskim algama i listovima posidonije u prorijeđenim predjelima livada morske cvjetnice. Kopepodni račići se također hrane listovima posidonije te epifitskim algama i dijatomejama,

## VAŽNOST LIVADA MORSKE CVJETNICE *POSIDONIA OCEANICA*

Livade posidonije imaju veliku ekološku važnost zbog visoke primarne produkcije, te zbog toga što se mnogi organizmi u njima hrane, razmnožavaju i nalaze zaklon. Osim toga, livade posidonije su područja najveće biološke raznolikosti u Mediteranu. Tu živi više od 1000 životinjskih vrsta od koje su mnoge od velike ekonomske važnosti, a na listovima i rizomima je pronađeno oko 400 – 500 svojiti bentoskih algi. Livade posidonije su glavni proizvođači kisika u priobalnom području, a budući da obogaćuju morsku vodu i sediment kisikom često se nazivaju "plućima mora". Samo 1 m<sup>2</sup> dna pod posidonijom proizvodi 14 litara kisika svaki dan. Posidonija također apsorbira CO<sub>2</sub> iz atmosfere. Produkcija organske mase posidonija usporediva je s bioprodukcijom tropske šume. Livade morske cvjetnice povećavaju prozirnost morske vode jer listovi zaustavljaju čestice koje su suspendirane u vodenom stupcu. Listovi ujedno i zadržavaju i vrijedne organske čestice i hranjive soli u priobalnom području. Svojim dugačkim listovima guste livade posidonije smanjuju intenzitet valova i tako štite obalu od erozije. Spletom rizoma i korijena učvršćuju sediment i sprječavaju njegovo odnošenje. Livade posidonije imaju veliku važnost u ciklusu kruženja hranjivih soli (nitrata i fosfata) u moru. One su i značajni bio-indikatori stanja mora. Sva onečišćenja mora vrlo se brzo odražavaju na kvalitetu livade, pa se može ocijeniti zagađenost na temelju gustoće i dubinske rasprostranjenosti livade. Posidonija akumulira teške metale u svoje dugoživuće rizome, pa znanstvenici mogu istražiti utjecaj teških metala u određenom prošlom vremenskom razdoblju.



Slika 10. Rizomi stabiliziraju sediment, a listovi zaustavljaju čestice u stupcu vode i uzrokuju zatrpavanje rizoma

## **UNIŠTAVANJE LIVADA MORSSKE CVJETNICE *POSIDONIA OCEANICA* U JADRANU**

Danas su livade morske cvjetnice iznimno ugrožene u Jadranu. Mnoge ljudske djelatnosti dovele su do gotovo nepovratnog gubitka livada. Svako uništenje livada posidonije, za ljudsko poimanje vremena je gotovo nepovratan proces. Budući da rizom posidonije raste prosječnom brzinom od oko 1 cm godišnje, za obnavljanje naselja promjera od samo desetak metara potrebno je možda i više stoljeća.

Izravni utjecaji uništavanje i nestanka livada morske cvjetnice su:

- mehanička oštećenja ribarskim kočama
- sidrenje
- lov dinamitom
- smanjenje prozirnosti mora uslijed raznih tipova zagađenja
- organsko preopterećenje dna
- marikultura – umjetni uzgoj morskih organizama (školjaka i riba) iznad i pokraj livada posidonije
- nasipavanje obale
- naseljavanje invazivnih vrsta

Neizravni utjecaji uništavanja livada posidonije su:

- povećana radijacija UV zraka
- globalno povećanje razine mora (razina mora podigla se za 10 – 25 cm tijekom 20. stoljeća, što je uzrokovalo regresiju obale za 10 – 25 m)



Ribarske koč svojim širilicama ruju morskom dnu. Ako širilice ruju po livadi posidonije uzrokovat će njeno fizičko uništavanje svugdje gdje prođu. Zbog toga je zabranjeno kočarenje na dubinama plićim od 50 m.

Sidrenje oštećuje livade posidonije tako što sidro čupa biljke iz sedimenta, a



lančanic struže po livadi i oštećuje pojedine biljke. Gotovo svako sidrenje u livadama morske cvjetnice dovodi do fizičkog uništavanja nekoliko biljaka. Budući da je nautički turizam u porastu, potrebno je postaviti plutače za privez na mjestima intenzivnog sidrenja. Time bi se spriječilo uništavanje izazvano prevelikim i nekontroliranim sidrenjem.

Slika 11. Uništavanje livade *P. oceanica* lancem

Svjetlo je glavni čimbenik koji utječe na širenje posidonije prema većim dubinama. Ako se prozirnost mora smanji, smanjit će se i količina dostupnog svjetla potrebnog za fotosintezu i rast što će uzrokovati pomicanje donjeg ruba livade prema manjim dubinama. Brojni su uzroci smanjenja prozirnosti mora uzrokovani ljudskim djelovanjem. Prvenstveno su to onečišćenja uzrokovana ispuštima gradskih ili industrijskih otpadnih voda. Prekomjerno odlaganje nutrijenata u more uzrokuje propadanje livada posidonije. Nitriti i fosfati dopijevaju u more iz ispusta kanalizacija, industrijskih ispusta, ispiranjem sa poljoprivrednih površina i iz atmosfere. Uzrokuju povećan rast planktonskih algi, a time i smanjenje prozirnosti mora. Nutrijenti također stimuliraju rast algi koje žive na listovima posidonije, to uzrokuje dodatno zasjenjenje listova i smanjenje sposobnosti za fotosintezu. Smanjenje svjetla može biti uzrokovano i postavljanjem plutajućih objekata iznad livada morse cvjetnice, npr. kaveza za marikulturu i tovljenje tune. Izgradnja mostova također ima utjecaja u uništavanju livada, pa čak i gradnja visokih zgrada južno od livada koje mogu zasjeniti livade posidonije u vrijeme jeseni i zime kada je sunce pod najmanjim kutem.

Organsko opterećenje morskog dna dovodi do razvoja anoksičnih uvjeta, nestanka kisika i razvoja otrovnog plina sumporovodika. Indikatori takvog stanja su bijele prevlake sumporne bakterije *Beggiatoa* sp. Uzgajalište riba i toviliste primjer su unosa velike količine organske tvari na malom području. Organska tvar tone na morsko dno gdje se razgrađuje. Ako se to događa u livadi





Slika 12. Degradirana livada morske cvjetnice *P. oceanica* kao posljedica uzgoja tune u neposrednoj blizini

posidonije doći će do njenog ugibanja i nestanka. Ribolovni prilovi, ako se bace u more na malom području mogu također uzrokovati preveliko organsko opterećenje.

Marikultura, odnosno kavezni uzgoj riba u neposrednoj blizini ili iznad livada posidonije, dovodi do njenog značajnog i gotovo nepovratnog oštećenja. Jedno je istraživanje utjecaja kaveznog uzgoja komarče i lubina u Španjolskoj, gdje je proizvodnja u 30 kaveza (svaki promjera 20 m) rasprostranjenih na površini od 7 ha, dosegla 700 – 800 tona ribe, pokazalo kako je tijekom deset godina došlo do potpunog uništenja 11.29 ha livada posidonije, a dodatnih 9.86 ha je značajno degradiralo. Fizičko zasjenjene konstrukcijom kaveza i smanjena prozirnost mora koja se zbog eutrofikacije javlja u blizini uzgajališta negativno se odražavaju na fotosintetske procese u najdubljim područjima livade. Tako npr. kavezni uzgoji tuna postaju značajni izvori hranjivih tvari (dušika i fosfora) za morski okoliš. Najznačajniji utjecaj uzgajališta na morski okoliš potječe od nepojedenih ostataka hrane i fecesa u ograničenom prostoru uzgajališta. Feces i nepojedena hrana znatno povećavaju razinu dušika i fosfora u sedimentu, posebno uz kaveze. Zbog povećane količine hranjivih tvari u stupcu mora, povećava se i razvoj epifita na listovima posidonije, čime se dodatno smanjuje biljci dostupna količina svjetlosti. Povećani razvoj algi zbog hranjivih soli prati i povećan razvoj herbivora, posebno ježinaca, koji onda znatnije jedu i listove posidonije. Povećana sedimentacija zatrpava spororastuće rizome. Stvaraju se anoksični uvjeti u sedimentu i razvijaju se otrovni plinovi što se negativno odražava na fiziološke procese u biljci. U Jadranu je tek manji broj uzgajališta koji nisu smješteni u blizini livada posidonije, što lokalno dovodi do njene degradacije.

U posljednje vrijeme sve se češće more potiskuje kopnom. Nasipavanje obale uvelike ugrožava raznolikost plitkog dna. Šteta je nepovratna. Nasipavanje izravno uništava livade morske cvjetnice. Ako se pri tome obala nasipava materijalom kojeg će more otplavljivati čestice se raznose i zamućuju okolno područje. Otplavljene čestice povećavaju brzinu sedimentacije te dolazi do zatrpavanja posidonije zbog toga što spori rast rizoma ne može sustići brzinu sedimentacije. Otplavljene čestice također uzrokuju smanjenu prozirnost mora, čime se degradira donji rub livade.

Širenje dviju invazivnih algi, *Caulerpa taxifolia* i *C. racemosa*, ima značajan utjecaj na uništavanje livada posidonije. Posebno je izražen utjecaj na livade koje su već oštećene raznim antropogenim djelovanjem. U takve bolesne livade alge lako prodiru te dovode do njihovog ugibanja i uništenja.



Slika 13. Invazivna vrsta *C. taxifolia* uništava livadu morske cvjetnice *P. oceanica*

## ZAKLJUČAK

U Republici Hrvatskoj vrsta *Posidonia oceanica* ima status osjetljive i potencijalno ugrožene biljne vrste. Morska cvjetnica *P. oceanica* je endem Sredozemnog mora te je zaštićena u Francuskoj 1988. godine a u Španjolskoj 1992. godine. Slovenija ju je proglasila rijetkom i ugroženom vrstom 2002. godine. Na Konvenciji o biološkoj raznolikosti u Rio de Janeiru 1992. naglašena je potreba o zaštiti ove biljke. Ako zaštitimo posidoniju kao vrstu, nismo samo zaštitili jednu biljku već i brojne organizme koji u njenim livadama žive.

Posljedica nestanka morske cvjetnice su višestruke: smanjuje se biološka raznolikost tog područja jer nestaju vrste koje tu žive, skrivaju se ili razmnožavaju; smanjuje se količina kisika u morskoj vodi i smanjuje se oksigenacija sedimenta; povećava se erozijaorskog dna čime se uništava prirodno stanište posidonije. Obnavljanje livada posidonije je gotovo nemoguće.

U hrvatskom je podmorju, osim na području Istre, posidonija još uvijek dobro razvijena. Međutim, zbog velike priobalne gradnje, povećanog turizma, posebno nautičkog turizma i drugih ljudskih djelatnosti, livade posidonije sve su iše ugrožene i mogle bi vrlo brzo nestati.

Uništavanjem livada morske cvjetnice uništava se i sve biološka raznolikost koju one podržavaju. Nestanak posidonije predstavlja najveći gubitak kako biološke i ekološke, tako i ekonomske vrijednosti obalnih ekosustava i zato bi zaštita posidonije trebala biti prioritet u upravljanju morskim i obalnim resursima